



BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA

Facultad de Medicina

Departamento de Posgrado del Área de la Salud

Instituto Mexicano del Seguro Social

Coordinación de UMAES

UMAE Hospital de especialidades Puebla, Centro Médico Nacional

“General de Div. Manuel Ávila Camacho”

Efectos de la ventilación unipulmonar en modo control presión más volumen garantizado en la oxigenación arterial.

Tesis presentada para obtener el Diploma de Especialidad en:

Anestesiología



Presenta:

Dr. Raúl Morales Ramírez

Director:

Dr. Álvaro José Montiel Jarquín.

Asesora:

Dra. Martha Alicia Montes Alvarado

Registro: R-2020-2105-022

Puebla, Puebla

Septiembre 2020



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 2105,
HOSP TRAUMA Y ORTOPEDIA PUEBLA

Registro COFEPRIS 17 CI 21 114 025

Registro CONBIOÉTICA CONBIOÉTICA 21 CEI 008 2017121

FECHA Viernes, 28 de febrero de 2020

M.C. Alvaro José Montiel Jarquín

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Efectos de la ventilación unipulmonar en modo control presión mas volumen garantizado en la oxigenación arterial** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**.

Numero de Registro Institucional

R-2020-2105-022

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Dr. Carlos Francisco Morales Flores
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 2105

Impresión

IMSS



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité de Ética en Investigación **21058**.
HOSP TRAUMA Y ORTOPEDIA PUEBLA

Registro COFEPRIS **17 CI 21 114 025**

Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 21 CEI 008 2017121**

FECHA **Jueves, 27 de febrero de 2020**

M.C. Alvaro José Montiel Jarquín

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Efectos de la ventilación unipulmonar en modo control presión más volumen garantizado en la oxigenación arterial** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**.

Número de Registro Institucional
Sin número de registro

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Dr. JOSE PEDRO MARTINEZ ASENCION
Presidente del Comité de Ética en Investigación No. 21058

[Imprimir](#)

IMSS
SECRETARÍA DE SALUD
SEGURIDAD Y SALUD GARANTADA SOCIAL



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS
UNIDAD DE ATENCIÓN MÉDICA
COORDINACIÓN DE UNIDADES MÉDICAS DE
ALTA ESPECIALIDAD



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DE PUEBLA

PUEBLA, PUE., A 29 de septiembre de 2020

AUTORIZACION DE IMPRESIÓN DE TESIS DE ESPECIALIDAD

LOS ASESORES: Montes Alvarado Martha Alicia
Montiel Jarquin Alvaro Jose

DE LA TESIS TITULADA:

Efectos de la ventilacion unipulmonar en modo control
presion mas volumen garantizado en la oxigenacion arterial

REALIZADA POR EL MÉDICO RESIDENTE: Paul Morales Ramirez

DE LA ESPECIALIDAD: Anestesiologia

HACEMOS CONSTAR QUE ESTE TRABAJO CIENTIFICO HA SIDO REVISADO Y AUTORIZADO EN EL SIRELCIS
CON NÚMERO DE REGISTRO NACIONAL: R-2020-2105-022

AUTORIZAMOS SU IMPRESIÓN


Dra. Martha Alicia Montes Alvarado
Anestesiologia
Mat. 10738193
C.P. 3625478
(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)


Dr. Alvaro José Montiel Jarquín
DIRECTOR DE EDUCACIÓN E
INVESTIGACIÓN EN SALUD
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DE PUEBLA
IMSS UMAE Mat. 99220177
(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)



CARTA COMPROMISO

Puebla, Puebla, a 29 de Septiembre de 2020.

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
PRESENTE


El (la) suscrito (a) Raúl Morales Ramirez, en mi calidad de estudiante y habiendo sido beneficiario de la residencia médica de anestesiología de fecha 2018-2021 y estando cursando la (el) (maestría/doctorado/residencia) en anestesiología, manifiesto bajo protesta de decir verdad que soy autor del trabajo de Tesis titulado Efectos de la ventilación unipulmonar en modo control presión más volumen garantizado en la oxigenación arterial

_____, el cual ha sido asesorado por el (los) doctor

(es) Montes Alvarado Martha Alicia y Alvaro José Montiel Torguín en las instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social. Por tanto, para fines de divulgación y publicación sobre la metodología, resultados y/o otra información desarrollada durante el proyecto, reconozco que deberé contar con la autorización escrita de todos los autores.

Asimismo, manifiesto que en caso de que el presente trabajo implique derechos de propiedad industrial e intelectual como resultado de su desarrollo, tomando en consideración que será producto de una investigación practicada en las instalaciones del Instituto y con pacientes, equipos, materiales y diversos instrumentos de su propiedad, se reconoce como legítimo propietario de dicha novedad al Instituto Mexicano del Seguro Social; en donde el suscrito participa en colaboración con mi (los) asesor (es), por lo que mi colaboración y derechos estará sujeta al porcentaje de autoría que corresponda a mi participación en relación con los demás autores en colaboración.

Atentamente

Raúl Morales Ramirez 
Nombre y firma

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, me han dado las armas suficientes para enfrentar los retos que he encontrado en mi vida, me han hecho sentir su apoyo en cada decisión que he tomado, la deuda con ellos es impagable; agradezco a mi hermana, sé que cuento con ella para toda la vida, somos un equipo y me alegra compartir cada momento de felicidad con ella; agradezco a mis amigos Alejandra Maza, Alejandra García, Alejandra Castro, Patricia, Jessica, Victoria y Alberto en estos 3 años formamos una lazo que estoy seguro trascenderá tiempo y distancia; a la Dra. Ilse Nava persona imprescindible en la búsqueda de este sueño, no tengo la menor duda, sin ella no lo hubiera logrado; agradezco a mis maestros que desde el primer bloqueo y la primera intubación formaron mis habilidades, a la Dra. Morales, a los Dres. Garcia, Jeu, Amilcar, Rasgado, Maldonado del Hospital 46 de Villahermosa, al Dr. Garcia del Hospital de pediatría Siglo XXI y a todos los anesthesiologists de la UMAE Puebla por todas sus contribuciones.

ÍNDICE

RESUMEN	9
1. INTRODUCCION	11
1.1 Antecedentes generales	11
1.2 Antecedentes específicos	17
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
3. JUSTIFICACIÓN	27
4. MATERIAL Y METODOS	28
4.1 Tipo de estudio	28
4.2 Pacientes	28
4.4 Instrumentos	28
4.5 Procedimientos	29
4.6 Análisis estadístico	30
5. RESULTADOS	31
6. DISCUSION	39
7. CONCLUSIONES	43
8. BIBLIOGRAFIA	46
9. ANEXOS	48

RESUMEN

“EFECTOS DE LA VENTILACIÓN UNIPULMONAR EN MODO CONTROL PRESIÓN MÁS VOLUMEN GARANTIZADO EN LA OXIGENACIÓN ARTERIAL”.

Autores: Morales Ramírez Raúl, Montes Alvarado Martha Alicia, Montiel Jarquín Álvaro José

Introducción. La ventilación a un solo pulmón es una técnica de ventilación mecánica que se aplica en la cirugía torácica durante la toracotomía y toracoscopia, implica posición en decúbito lateral, apertura quirúrgica y colapso pulmonar del hemitorax superior, ventilación mecánica del pulmón dependiente. La suma de estas condiciones sobrelleva a una situación especial, la de cambios fisiológicos en la perfusión, ventilación y relación V/Q, tanto el pulmón independiente como del pulmón dependiente. La incidencia de hipoxemia durante la ventilación de un pulmón con una concentración de oxígeno inspirado de 1.0 ha disminuido de un 20-25% en los años 70 a menos del 10% en la actualidad. El modo de ventilación mecánica control presión más volumen garantizado es una forma de ventilación controlada por volumen, limitada por presión y ciclada por tiempo o flujo, entrega el flujo con una curva desacelerante, con presiones pico mínimas y ha sido comparado con el modo controlado por volumen encontrando que volumen garantizado muestra una mejor oxigenación arterial con mejores desenlaces postoperatorios valorando parámetros respiratorios y hemodinámicos.

Objetivo general. Demostrar los efectos de la ventilación mecánica en el modo control presión más volumen garantizado sobre la oxigenación arterial en pacientes bajo ventilación unipulmonar.

Material y métodos. Se realizó un estudio transversal, observacional, homodémico, unicentrico, previa aprobación de protocolo de estudio y consentimiento informado, en los pacientes sometidos a anestesia general con ventilación unipulmonar en modo control presión más volumen garantizado en la UMAE Hospital de especialidades Puebla del IMSS, durante el periodo octubre-diciembre 2019. Utilizamos los expedientes del archivo clínico de los pacientes que cumplían con los

criterios de inclusión, se recabo la información correspondiente de las notas de valoración preanestésica, registro transanestésico, gasometrías y notas transpostanestésica, registramos los cambios gasométricos, de pulsioximetría y de fracción inspirada de oxígeno antes y durante la ventilación unipulmonar, utilizamos estadística descriptiva, medidas de tendencia central y dispersión.

Resultados. Se obtuvo una muestra de 11 pacientes. El promedio de edad fue de 42 años. Respecto al sexo de los pacientes incluidos, el 45.4% eran mujeres y el 54.6% eran hombres. Las frecuencias respiratorias fueron en promedio de 16 respiraciones por minuto. El PEEP promedio observado fue de 6 cm H₂O. La presión arterial de oxígeno promedio fue mayor al inicio de la ventilación mecánica con una disminución al instaurar ventilación unipulmonar. Las cifras promedio de la saturación arterial de oxígeno disminuyeron con la ventilación unipulmonar. Las cifras obtenidas por pulsioximetría fueron mayores durante la ventilación unipulmonar. La fracción inspirada de oxígeno en promedio fue similar antes y durante la ventilación unipulmonar.

Observamos que el 27.3% de los pacientes tuvieron una mejora de la presión arterial de oxígeno, el 9% una mejora de la saturación arterial de oxígeno y el 72.7% mostraron una mejora en la saturación de oxígeno obtenida por pulsioximetría.

El 9% de los pacientes presentaron valores gasométricos concordantes con hipoxemia durante la ventilación unipulmonar en modo control presión más volumen garantizado.

Conclusión. Con los resultados obtenidos no podemos demostrar que el modo de ventilación mecánica control presión más volumen garantizado muestre una mejora en los parámetros de oxigenación durante la ventilación unipulmonar, tampoco podemos concluir que exista una incidencia más alta de hipoxemia al usar volumen garantizado.

1. INTRODUCCION

1.1 Antecedentes generales

La anestesia y la cirugía para procedimientos torácicos se desarrollan al mismo paso conforme a los avances en su tratamiento. En los primeros años del siglo XX, la cirugía torácica fue limitada a la resección costal, decorticación y drenajes de empiemas como parte del tratamiento de tuberculosis. En la década de 1930, los Dres. Gale y Walters en los Estados Unidos y Magill en el Reino Unido, desarrollaron técnicas de intubación endobronquial y la colocación de bloqueadores bronquiales respectivamente. Además, la introducción de los bloqueantes musculares y la ventilación controlada mejoró la seguridad del paciente. (1)

En la década de 1950 a 1960 hubo un aceleramiento para el desarrollo de las técnicas de aislamiento pulmonar creando las sondas endotraqueales de doble lumen. El uso de los agentes volátiles y una monitorización perioperatoria más avanzada mejoraron de manera significativa la seguridad del paciente. Más recientemente el uso de la broncoscopia de fibra óptica incrementó el éxito de la ventilación pulmonar unilateral. La anestesia en cirugía torácica tiene algunas particularidades como son la necesidad de colapso pulmonar y ventilación unipulmonar, posición en decúbito lateral y el manejo ventilatorio en pacientes con enfermedades respiratorias asociadas. (1)

Intubación unipulmonar izquierda.

La técnica a ciegas consiste en pasar el tubo a través de la glotis después de una laringoscopia directa, una vez que ambos balones han pasado las cuerdas, el tubo debe ser girado 90° en sentido contrario a las manecillas del reloj, luego es avanzado hasta sentir una ligera resistencia la cual indica que la luz endobronquial

del tubo ha entrado al bronquio, o hasta que la profundidad de inserción en relación a los dientes es de 29 cm para personas de 170 cm, esta profundidad aumenta o disminuye 1cm por cada 10cm que aumente o disminuya la talla del paciente. Otra técnica comúnmente usada es la colocación guiada por fibrobroncoscopio, el cual se introduce en la luz endobronquial y una vez el tubo está en la tráquea, se dirige la punta del tubo hacia el bronquio principal izquierdo. (2)

El uso de la auscultación es uno de los métodos clásicos y más utilizados para evaluar la posición del tubo. Una vez insertado el tubo los balones traqueal y endobronquial son inflados, inmediatamente lo primero a determinar es la ventilación bilateral, luego se ocluye la luz endobronquial y si la punta del tubo endobronquial está en el bronquio izquierdo no se deben auscultar sonidos en el lado izquierdo del tórax, finalmente se ocluye el tubo traqueal y los sonidos respiratorios deben estar ausentes al lado derecho del tórax. (2)

Intubación unipulmonar derecha.

Debido al mayor margen de seguridad que posee el bronquio principal izquierdo, es recomendable utilizar en la mayoría de los casos los tubos izquierdos aunque hay algunas situaciones en las que los tubos derechos son la única alternativa. El tubo es introducido en la glotis a través de laringoscopia directa, una vez la punta endobronquial ha pasado las cuerdas vocales, se retira la guía y el tubo es avanzado y rotado 90° hacia la derecha. En este momento se inserta el fibroscopio en la luz bronquial para dirigir la colocación, es necesario identificar la carina, el bronquio superior derecho y el intermedio. Por medio del fibroscopio se debe alinear la ranura del tubo, localizada en el extremo distal y la apertura del bronquio para el lóbulo superior derecho, luego se introduce el fibroscopio en la luz traqueal y el

balón es posicionado en el origen del bronquio principal derecho, por debajo de la carina, finalmente, se desliza nuevamente el fibroscopio por la luz bronquial por la que se debe observar el bronquio intermedio. (2)

Los bloqueadores bronquiales han tomado mayor importancia como alternativas a los tubos endotraqueales de doble lumen cuando estos se ven limitados por la aparición de nuevas indicaciones clínicas de aislamiento pulmonar. Tienen como ventaja que se introducen a través de los tubos convencionales sin necesidad de cambiar el tubo al final de la cirugía, lo que puede ser útil en pacientes con trauma o vía aérea difícil. De igual manera permite el aislamiento lobar. Sus desventajas: es aislamiento no es tan bueno como los tubos de doble luz, tienden a desacomodarse intraoperatoriamente más que los tubos de doble luz y no permiten el acceso al pulmón no ventilado para succión, verificar la posición o ayudar a desinflarlo. (2)

El aislamiento pulmonar tiene las siguientes aplicaciones:

Indicaciones absolutas: prevenir daño o contaminación del pulmón sano en el absceso o hemorragia pulmonar, controlar la distribución de la ventilación en fistulas broncopleurales, bullas, disrupción bronquial traumática, facilitar lavado de un pulmón en la fibrosis quística. (3)

Indicaciones relativas: Mejorar acceso quirúrgico en aneurisma aórtico, neumonectomía, cirugía cardíaca mínima, lobectomía superior. (3)

La ventilación a un solo pulmón es una técnica de ventilación mecánica que se aplica en la cirugía torácica durante la toracotomía y toracoscopia, implica posición en decúbito lateral, apertura quirúrgica y colapso pulmonar del hemitorax superior,

ventilación mecánica del pulmón dependiente. La suma de estas condiciones sobrelleva a una situación especial, la de cambios fisiológicos en la perfusión, ventilación y relación V/Q, tanto el pulmón independiente como del pulmón dependiente. (4)

Al colocar el paciente en posición de decúbito lateral, el pulmón dependiente, disminuye su distensibilidad debido a que el contenido abdominal ejerce presión como consecuencia de la relajación del diafragma, más el peso del pulmón no dependiente y del mediastino, además los puntos de fijación del paciente a la mesa quirúrgica también contribuyen. En términos globales es un pulmón restringido a la ventilación, con disminución de la capacidad residual funcional y alta posibilidad de formación de atelectasias. Desde el punto de vista de la perfusión, es un pulmón hiperperfundido por efecto de gravedad, vasoconstricción pulmonar hipóxica y factores no gravitacionales. Es un factor que impacta la morbilidad y mortalidad postoperatoria. Al iniciar el colapso pulmonar y la ventilación mecánica a un solo pulmón, inmediatamente después del cambio de la posición dorsal a decúbito lateral, se tendrá algunas ventajas a partir de ese momento, hasta que el cirujano inicia quirúrgicamente y abre la cavidad torácica, alrededor de 20 a 30 minutos, tiempo suficiente para que el mecanismo de vasoconstricción pulmonar hipóxica se active y mejore el intercambio gaseoso, se puede corroborar posición y funcionalidad de la sonda de doble luz, y reajustar los parámetros de la ventilación mecánica de acuerdo al patrón ventilatorio de cada paciente. (4)

La eficacia del intercambio gaseoso depende del equilibrio de la relación perfusión/ventilación. La ventilación a un solo pulmón representa una provocación extrema para la relación V/Q, por las condiciones del pulmón dependiente, existe tendencia

de un mayor número de alveolos con una relación V/Q menor 1, esto explica que al administrar una FiO₂ de 1.0 la PaO₂ oscile alrededor de 150 mmHg mientras que en la ventilación pulmonar es mayor de 400 mmHg. Los factores que afectan la relación V/Q son la posición, la VPH, el gasto cardiaco, la técnica quirúrgica, la distensibilidad, la enfermedad pulmonar preexistente y la misma ventilación. Por otro lado, el O₂ es el mejor vasodilatador de la circulación pulmonar, esto tiene ventajas en el pulmón dependiente ya que permite recibir de mejor manera el flujo sanguíneo que fue desviado por el mecanismo de VPH del pulmón no dependiente y así disminuir la incidencia de hipoxemia. La FiO₂ 1.0 está relacionada con la morbilidad postoperatoria, por lo que la significación de ventilación mecánica a un solo pulmón con estrategia de protección pulmonar incluye utilizar una FiO₂ menor a 1.0 para garantizar una PaO₂ entre 100 – 200 mmHg y una SpO₂ mayor de 90% por oximetría de pulso. (4)

El volumen tidal ideal para mantener adecuada oxigenación durante la ventilación unipulmonar permanece controversial, la literatura y las revisiones recomiendan usar volúmenes tidales altos sin presión positiva al final de la espiración para prevenir atelectasias. Numerosos autores han reportado que volúmenes tidales altos durante la ventilación unipulmonar incrementa la incidencia de lesión pulmonar aguda debido a presiones pico inspiratorias altas, volúmenes tele inspiratorios y comparte fuerzas debido a ciclo de apertura-cierre alveolar. Hay evidencia reciente de que volúmenes tidales bajos menores a 8 ml/kg de peso predicho durante ventilación unipulmonar podrían prevenir lesión pulmonar aguda. A pesar de eso volúmenes tidales bajos se han asociado con un empeoramiento de atelectasias intraoperatorias y shunt intrapulmonar contribuyendo a la hipoxia e hipercapnia. Aun

así volúmenes tidales bajos combinados con PEEP pueden reducir la incidencia de atelectasias previniendo colapso alveolar. (5)

Un estudio comparando los efectos de volumen tidal bajo 5 ml/ kg y PEEP 5 cmH₂O contra volumen tidal de 10 ml/kg sin PEEP durante ventilación unipulmonar demostraron que la oxigenación arterial y fracción de cortocircuito son similares en pacientes bajo cirugía abierta de tórax con función pulmonar normal. (5)

La aplicación de PEEP durante ventilación unipulmonar como parte de protección ventilatoria ha mostrado prevenir atelectasias y disminuir marcadores de lesión pulmonar aguda. A pesar de eso el efecto de PEEP en la oxigenación durante la ventilación unipulmonar es variable. Niveles moderados de PEEP (5cmH₂O) aplicados durante cirugía torácica en pacientes sanos es bien tolerada pero no mejora la oxigenación en todos los casos. (5)

Las atelectasias ocurren en el pulmón dependiente de la mayoría de los pacientes bajo anestesia. La formación de atelectasias durante la ventilación unipulmonar empeora la ya alta fracción de cortocircuito, incrementando el potencial de hipoxemia. Los factores de riesgo que predisponen desreclutamiento pulmonar durante la ventilación unipulmonar incluyen una FiO₂ alta, volumen tidal bajo, la falta de PEEP y la compresión extrínseca por el contenido abdominal, el corazón o el mediastino, las maniobras de reclutamiento alveolar en la distribución de gas/tejido durante ventilación unipulmonar en modelos porcinos fueron examinadas con tomografía computarizada. Las maniobras en el pulmón previa ventilación unipulmonar proveen efectos sustanciosos que se extienden a la ventilación unipulmonar, podrían mejorar la oxigenación arterial y la mecánica pulmonar disminuyendo espacio muerto y mejorando la compliance. (5)

El modo control volumen ha sido el modo ventilatorio dominante tanto en la terapia intensiva como en quirófano. La ventilación controlada por volumen usa un flujo inspiratorio constante (onda cuadrada) creando un aumento progresivo en la presión de la vía aérea hacia la presión pico inspiratoria la cual es alcanzada con el volumen tidal entregado. La ventilación controlada por presión usa un patrón de flujo desacelerante con un flujo máximo al inicio de la inspiración hasta que la presión programada es alcanzada luego el flujo disminuye rápidamente, el volumen tidal puede ser altamente variable durante la ventilación controlada por presión que podrían producir cambios en la Compliance pulmonar, así como en la manipulación quirúrgica. El efecto del modo ventilatorio en la oxigenación postoperatoria es controversial. (6)

1.2 Antecedentes específicos

Los mecanismos que explican la disminución de la PaO₂ durante la ventilación unipulmonar permanecen sin aclarar, sin embargo, se plantea un incremento en el desequilibrio entre la ventilación y la perfusión pero no en el cortocircuito intrapulmonar. Esa desigualdad en la ventilación y la perfusión puede tener un efecto adicional en los gases captados durante la ventilación unipulmonar. (1)

Muchos factores podrían predecir la posibilidad de hipoxia durante la ventilación unipulmonar, sin embargo ninguno de ellos por si solos podría ser capaz de predecirlo de igual forma, la hipoxemia es una situación en la que se ven implicados múltiples factores al mismo tiempo influenciando cada uno en la fisiología pulmonar.

(7)

La hipoxemia durante la anestesia de un solo pulmón es de gran trascendencia para el anesthesiólogo que maneja casos quirúrgicos torácicos. La incidencia de hipoxemia durante la ventilación de un pulmón con una concentración de oxígeno inspirado de 1.0 ha disminuido de un 20-25% en los años 70 a menos del 10% en la actualidad. Tarhan y Lundborg usando ventilación de un pulmón con una FiO_2 de 1.0 reporto que 25% de los pacientes desarrollaron una $PaO_2 < 70$ mmHg. Thompson y Campbell usando FiO_2 de 0.5 reporto que el 40 % de pacientes presentaron $PaO_2 < 70$ mmHg. Kerr usando FiO_2 de 1.0 reporta un 24% de pacientes con una $PaO_2 < 80$ mmHg. Read usando FiO_2 de 1.0 reporta 2 pacientes que tuvieron $PaO_2 < 50$ mmHg. (8)

La incidencia depende de la definición de hipoxemia. No existe consenso del nivel de PaO_2 que defina la hipoxemia intraoperatoria. La definición más importante es el nivel de saturación que el anesthesiólogo sienta que no es segura o pueda ser tratada en vista de la situación clínica. La incidencia es inversamente proporcional correlacionada con la FiO_2 usada durante la ventilación de un pulmón. La incidencia depende de la población de pacientes. Los pacientes que tienen cirugía torácica no pulmonar a excepción de aquellos con pulmones sanos tienden a tener más hipoxemia. La incidencia de hipoxemia puede estar disminuyendo como consecuencia de los cambios en el manejo anestésico, técnica quirúrgica o la población de pacientes estudiados. (8)

La causa mayor de hipoxemia es el cortocircuito de sangre no oxigenada a través del pulmón no ventilado. Los factores que pueden influir en este cortocircuito son: la vasoconstricción pulmonar hipoxica, gravedad, la presión diferencial entre los tórax y el colapso pulmonar físico. La VPH es inhibida esencialmente por todos los

anestésicos volátiles. El isoflurano parece ser menos inhibitorio que el enflurano y halotano y es equivalente a sevoflurano o desflurano. Las técnicas anestésicas intravenosas no muestran mejor oxigenación que los nuevos anestésicos volátiles en concentraciones <1 CAM. La manipulación de las presiones ventilatorias y volúmenes tidales durante la anestesia de un pulmón puede mejorar la oxigenación en ciertos pacientes. El uso de 10 ml/kg de volumen tidal mientras se limita la presión de la vía aérea plateau a 25 cmH₂O al final de la inspiración son parámetros iniciales satisfactorios para la ventilación en un solo pulmón en la mayoría de los pacientes. (8)

En algunos pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica, mostraron mejor oxigenación durante esta técnica de ventilación de un pulmón con la técnica de ventilación controlada por presión versus controlada por volumen. Un tercio de los cortocircuitos durante la ventilación de un pulmón es dado por el mismatch ventilación perfusión en el pulmón ventilado dependiente. Algunos factores bajo el control del anesestesiólogo pueden influenciar este cortocircuito pulmonar dependiente. Un exceso de cristaloides intravenosos puede rápidamente causar desaturación de la sangre venosa pulmonar drenando al pulmón dependiente. También el óxido nitroso puede llevar a aumentos de atelectasias del pulmón dependiente, desde luego causando mayor inestabilidad de las regiones pulmonares ventiladas pobremente. (8)

La vasoconstricción pulmonar hipóxica es una contracción refleja del músculo liso vascular en la circulación pulmonar. La vasoconstricción de la vasculatura pulmonar representa la diferencia fundamental de la circulación sistémica la cual típicamente se vasodilata en respuesta a hipóxia. La medición de la presión pulmonar arterial

fue descrita primeramente por Beutner en 1852 incluye la observación que después de detener la ventilación, la presión arterial pulmonar aumentaba y disminuía nuevamente cuando la ventilación se reiniciaba. (9)

El estudio de la vasoconstricción pulmonar hipoxia es un reto debido a los múltiples mecanismos involucrados, lo cual resulta en variaciones entre estudios involucrando animales, pulmón aislado, vasos sanguíneos o células. (9)

Es bien aceptado que la elevación del tono del musculo liso de los vasos sanguíneos es un elemento temprano y crítico que lleva a la vasoconstricción pulmonar hipoxica, e involucra la entrada de calcio a través de la membrana celular. Actualmente la hipótesis mejor documentada para la vasoconstricción pulmonar hipoxica propone que la entrada de calcio es mediada por canales tipo L dependientes de voltaje como resultado de la hipoxia que induce la inhibición de los canales de potasio activados por voltaje y la consiguiente despolarización. (10)

La importancia de la mitocondria en los caminos señalizadores de la vasoconstricción pulmonar hipoxica es indiscutible. La mitocondria podría regular el trigger de la vasoconstricción pulmonar hipoxica por la inhibición del complejo IV y la regulación del metabolismo de los radicales del oxígeno o controlando la homeostasis del calcio celular. (11)

Comparada con adultos, la vasoconstricción pulmonar es más intensa en la circulación fetal y neonatal. Tanto la acidosis respiratoria como metabólica causan vasoconstricción pulmonar, la respuesta resulta de la alteración extracelular de hidrogeniones, esta respuesta es independiente de la vasoconstricción pulmonar

hipoxica. Incluso grados discretos de hipercapnia en humanos lleva a aumentos significativos de las resistencias vasculares pulmonares. (9)

Todos los vasos pulmonares responden con constricción a la hipoxia y el efecto es más intenso en presencia de otros vasopresores circulando. Los estudios usando células de musculo liso de arterias pulmonares confirman que la vasoconstricción pulmonar ocurre en células aisladas. (9)

Los cambios en la pared torácica y la forma del diafragma, compliance pulmonar regional, la ventilación artificial contribuye a un cociente V/Q anormal durante anestesia general, estos cambios sugieren que la vasoconstricción pulmonar hipoxica podría ser importante para mantener oxigenación, pero hacen falta estudios clínicos para demostrarlo en la ventilación unipulmonar. (9)

La incidencia de hipoxemia durante la ventilación unipulmonar es actualmente reportada cercana al 5% de los casos. No hay una definición aceptada de hipoxemia durante la ventilación unipulmonar, una saturación arterial de oxígeno menor del 90% con una FiO₂ de 1.0 es comúnmente aceptada como un nivel que requiere atención por anestesiología. La incidencia de hipoxemia durante la ventilación unipulmonar ha disminuido. No hay una razón para esta reciente mejora clínica, sin embargo muchos avances podrían combinarse para producir esta nueva mejora. (9)

Durante la ventilación unipulmonar la hipoxemia arterial es una preocupación mayor. La ventilación controlada por volumen es el método tradicional en pacientes bajo cirugía torácica y un incremento en la presión de la vía aérea es observado usualmente. Si el método de ventilación involucra aumentos excesivos de la presión

de la vía aérea, la resistencia vascular del pulmón dependiente podría incrementarse por la compresión de los vasos alveolares. Estas altas presiones del pulmón dependiente podrían ocasionar vasoconstricción pulmonar hipoxica en el pulmón no dependiente por la inversión del flujo sanguíneo lejos del pulmón ventilado, incrementado la fracción del cortocircuito. La ventilación unipulmonar implica entregar el volumen tidal completo en un pulmón, lo cual podría ocasionar barotrauma del pulmón dependiente. Para evitar altas presiones de la vía aérea, se podría ventilar el pulmón dependiente con volúmenes tidales bajos y frecuencias respiratorias altas. Sin embargo, volúmenes tidales bajos han demostrado predisponer al pulmón dependiente a atelectasias y una peor oxigenación arterial. La ventilación controlada por presión es una alternativa del modo de ventilación ampliamente usada en falla respiratoria severa. Presión control ha demostrado mejorar la oxigenación arterial y disminuir presión pico. La distribución uniforme de gas con presión control es la mayor causa de la mejor oxigenación arterial en pacientes con falla respiratoria. (12)

Muchos estudios desarrollados en animales y humanos se han realizado para descubrir la estrategia ventilatoria más efectiva y segura para ventilación unipulmonar y el modo controlado por presión es un método adecuado. Hablando de oxigenación con el uso de un volumen tidal bajo el uso de presión control se ve asociado a mejores resultados, aunque la significancia estadística es baja. (13)

El uso de presión control en pacientes mayores de 65 años y una función pulmonar comprometida muestra mejores resultados en la oxigenación arterial al obtener

presiones de la vía aérea más bajas, reflejando obvias ventajas en la recuperación postoperatoria.(14)

El modo VG es una forma de ventilación limitada por presión, controlada por volumen y ciclada por tiempo o flujo. El operador elige un volumen corriente preestablecido y establece una presión límite por sobre la presión inspiratoria (presión de trabajo) ajustada. El microprocesador compara el volumen corriente exhalado en la respiración previa con el volumen deseado y ajusta la presión de trabajo en más o en menos para tratar de conseguir el volumen corriente preestablecido. (15)

El algoritmo limita el incremento de presión de una respiración a la siguiente a un máximo de 3 cm H₂O, para evitar una sobre corrección, que llevaría a un volumen corriente excesivo y a oscilaciones en el sistema (en términos de ingeniería, esto se conoce como amortiguador). Esta limitación y el hecho de que se use el volumen corriente exhalado de la respiración anterior, significa que con cambios muy rápidos en la compliance o en el esfuerzo inspiratorio del paciente se requieran varias respiraciones para alcanzar el volumen corriente fijado, después de un cambio brusco en la condición respiratoria. (15)

Para minimizar el riesgo de un volumen corriente demasiado grande, el microprocesador abre la válvula espiratoria, suspendiendo toda entrega de gas adicional si el volumen corriente inspirado excede el 130% de la respiración previa. (15)

El algoritmo está diseñado para hacer incrementos de ajuste lentos, para volúmenes corrientes bajos y ajustes más rápidos para volúmenes corrientes excesivos, potencialmente peligrosos. (15)

Pacientes que se sometieron a lobectomía por toracoscopia video asistida recibieron ventilación unipulmonar donde el modo control presión mostro un mejor desempeño en las presiones pico, pero sin diferencias significativas en la oxigenación, complicaciones pulmonares o cardiovasculares al compararlo con volumen control. (16)

PCV-VG produce mejor oxigenación junto con presiones respiratorias y un flujo desacelerante que podrían indicar que es un modo superior a control volumen en la ventilación alveolar y la distribución del gas, estudiando ambos modos en pacientes bajo ventilación unipulmonar sugiere que PCV-VG es mejor en la oxigenación arterial. (17)

Hay dos cuestiones clínicas importantes en cirugía torácica, una es la lesión pulmonar aguda por ventilación mecánica la cual es proporcional al estrés en los tejidos pulmonares determinado por el volumen tidal y la presión plateau durante la ventilación unipulmonar. Por lo tanto, aplicar estrategias ventilatorias en el periodo intraoperatorio podría parecer razonable. Las maniobras de reclutamiento disminuyen el espacio muerto, volumen tidal y presión plateau pueden reducir al mínimo, la ventilación y el aclaramiento de CO₂ son más eficientes. La otra cuestión es la hipoxemia durante la ventilación unipulmonar, el reclutamiento alveolar mejora la oxigenación arterial durante la cirugía torácica. Por lo tanto las maniobras de reclutamiento alveolar pueden incrementar el margen de seguridad durante la

cirugía entera. Además las maniobras de reclutamiento tienen valor adicional como terapia de rescate en pacientes con hipoxemia severa, incrementando PaO₂ a un nivel más seguro instantáneamente. (18)

Una estrategia de ventilación de protección pulmonar con maniobras de reclutamiento previas y volúmenes tidales bajos con una PEEP suficiente, asegura la oxigenación durante la ventilación unipulmonar y puede disminuir el estrés mecánico pulmonar ya que reduce el colapso alveolar cíclico. (19)

En un estudio preliminar se compararon los efectos del bloqueo epidural torácico y anestesia general sobre la PaO₂ y el shunt intrapulmonar, los valores de PaO₂ fueron menores al agregar anestésicos locales por el catéter epidural torácico, aun no hay conclusiones definitivas para esta propuesta. (20)

El **objetivo general** de este trabajo fue demostrar los efectos del modo de ventilación mecánica control presión más volumen garantizado en la oxigenación arterial en pacientes bajo ventilación unipulmonar.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La hipoxemia durante la anestesia de un solo pulmón es de gran trascendencia durante la cirugía torácica, dentro de las medidas para su tratamiento se encuentran las modificaciones a las variables ventilatorias, encontrar el mejor modo ventilatorio para esta situación mejorara el manejo anestésico en estos pacientes.

Derivado de lo anterior surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los efectos en la oxigenación arterial del modo de ventilación mecánica control presión más volumen garantizado durante la ventilación unipulmonar?

3. JUSTIFICACIÓN

La hipoxemia arterial es efecto colateral de la ventilación unipulmonar, cuyo manejo se basa en la modificación de la fracción inspirada de oxígeno, presiones pulmonares y volumen tidal, se han comparado los modos controlados por presión y por volumen, en nuestra unidad contamos con el modo control presión más volumen garantizado del cual la evidencia sobre sus efectos en la oxigenación arterial en pacientes con ventilación unipulmonar es poca, por lo que de encontrar datos sugerentes de adecuada oxigenación favorecidas por este modo de ventilación mecánica podríamos llegar a establecerlo como el modo ideal.

4. MATERIAL Y METODOS

4.1 Tipo de estudio

Retrospectivo, transversal, observacional, unicentrico, homodémico

4.2 Pacientes

Se incluyeron a todos los pacientes programados de manera electiva para cirugía torácica del 1ro de octubre al 31 de diciembre de 2019 en la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Especialidades Puebla Centro Médico Nacional Gral. De Div. Manuel Ávila Camacho, de sexo indiferente, con edades entre 18 y 85 años, que requirieron ventilación unipulmonar utilizando el modo de ventilación mecánica control presión más volumen garantizado, con uso de FiO2 indiferente, con volumen tidal calculado de 6 a 8 ml por kilogramo de peso predicho.

Todos los pacientes fueron sometidos a anestesia general, con monitoreo invasivo o no invasivo, con intubación selectiva, colocados en decúbito lateral, manejados con el modo de ventilación control presión más volumen garantizado, con control gasométrico antes y durante la ventilación unipulmonar.

Se excluyeron aquellos pacientes con ventilación mecánica establecida previa a su entrada a quirófano y pacientes que no se concretó la intubación selectiva de manera adecuada.

Se eliminaron los pacientes en los que no se estableció ventilación unipulmonar o que esta se realizó con uno modo de ventilación mecánica diferente a control presión más volumen garantizado, así como los pacientes que no tuvieron control gasométrico.

4.4 Instrumentos

El alumno tesista residente de anestesiología del tercer año recurrió al servicio de archivo clínico para recabar los expedientes clínicos del cual ocupamos la

valoración preanestésica realizada el día previo al procedimiento, el registro transanestésico, gasometrías arteriales y la nota trans-postanestésica del evento anestésico quirúrgico. El costo del estudio fue cubierto por el investigador.

4.5 Procedimientos

Previa aprobación de protocolo de estudio por el Comité Local de investigación en Salud de acuerdo al reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, Títulos del primero al sexto y noveno 1987, Norma Técnica No. 313. Título 45, sección 46 del reglamento federal, declaración de Helsinki octubre 2000. Se solicitó al servicio de archivo clínico el expediente clínico de los pacientes sometidos a anestesia general con ventilación unipulmonar en modo control presión más volumen garantizado en los quirófanos de la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Especialidades de Puebla Centro Médico Nacional "Gral. De Div. Manuel Ávila Camacho", que cumplieron con los criterios de inclusión, en un solo grupo, utilizamos las notas de valoración preanestésica, registro transanestésico y nota trans-postanestésica registramos los valores gasométricos de PaO₂, SaO₂, FiO₂, parámetros ventilatorios, volumen tidal, frecuencia respiratoria, PEEP y presiones pico, durante la ventilación mecánica bipulmonar y durante el aislamiento pulmonar. Ocupamos estadística descriptiva, medidas de tendencia central y dispersión. Para determinar asociación entre variables nominales x², Exacta de Fisher; para variables ordinales t de Student o U de Mann Whitney, para distribución y normalidad fue la prueba de Skewness/Kurtosis, y el programa Statcalc 14.

4.6 Análisis estadístico

Se analizaron los expedientes de pacientes sometidos a ventilación unipulmonar de la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Especialidades de Puebla C.M.N. "Gral. De Div. Manuel Ávila Camacho" en el periodo comprendido del 1 de octubre de 2019 al 31 de diciembre de 2019 que cumplieron con los criterios de inclusión.

Para el análisis descriptivo de los datos, la prueba estadística utilizada para verificar el tipo de distribución y normalidad fue la prueba de Skewness/Kurtosis.

Los cálculos se realizaron con un nivel de confianza del 95%, se consideró como estadísticamente significativo $p < 0.05$.

Se utilizó el programa estadístico Statcalc 14 para Windows.

5. RESULTADOS

Se seleccionaron y analizaron 11 expedientes clínicos de pacientes sometidos a ventilación unipulmonar, de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión previamente descritos.

El promedio de edad de los pacientes sometidos a ventilación unipulmonar fue de 42 años con una desviación estándar de ± 1.3 años. El rango de edad de los pacientes incluidos fue de 25 años como edad mínima y 62 años fue la edad máxima.

Respecto al sexo de los pacientes incluidos en el estudio, el 45.4% (n=5) de las pacientes eran mujeres y el 54.6% (n=6) eran hombres.

Respecto al peso predicho promedio de los pacientes fue 59.9 kilogramos con una desviación estándar de 8.2 kilogramos.

Tabla 1: Resultados generales de los pacientes sometidos a ventilación unipulmonar

Variables	Total n (%)
N total (%)	11 (100%)
Edad: media/d.s. (años)	42 \pm 1.3
Sexo: n (%)	Mujeres: 5 (45.4%) Hombres: 6 (54.6%)
Peso predicho: media/d.s. (kilos)	59.9 \pm 8.2

De los pacientes que se incluyeron en nuestro estudio encontramos como diagnósticos derrame pleural, enfermedad intersticial, choque séptico de origen pulmonar, paquipleuritis, absceso pulmonar, el diagnóstico con mayor porcentaje de aparición (36.3%) fue el de tumor pulmonar, seguido de empiema con un 18.1 %.

Tabla 2: Diagnósticos	
Diagnostico	Número de pacientes
Derrame pleural	1 (9.09%)
Enfermedad intersticial difusa	1 (9.09%)
Tumor pulmonar	4 (36.3%)
Choque séptico de origen pulmonar	1 (9.09%)
Empiema	2 (18.1%)
Paquipleuritis	1 (9.09%)
Absceso pulmonar	1 (9.09%)
Total	11

De los procedimientos realizados en nuestra muestra se identificaron toma de biopsia, drenaje de empiema, resección tumoral, siendo la decorticacion el tipo de cirugía más frecuente en nuestra investigación con un 54.5% seguido de la lobectomía con un 18.1%

Tabla 3: Cirugías realizadas	
Cirugía realizada	Número de pacientes
Decorticacion	6 (54.5%)
Lobectomía	2 (18.1%)
Toma de biopsia	1 (9.09%)
Drenaje de empiema	1 (9.09%)
Resección tumoral	1 (9.09%)
Total	11

Tabla 3: Variables intraoperatorias

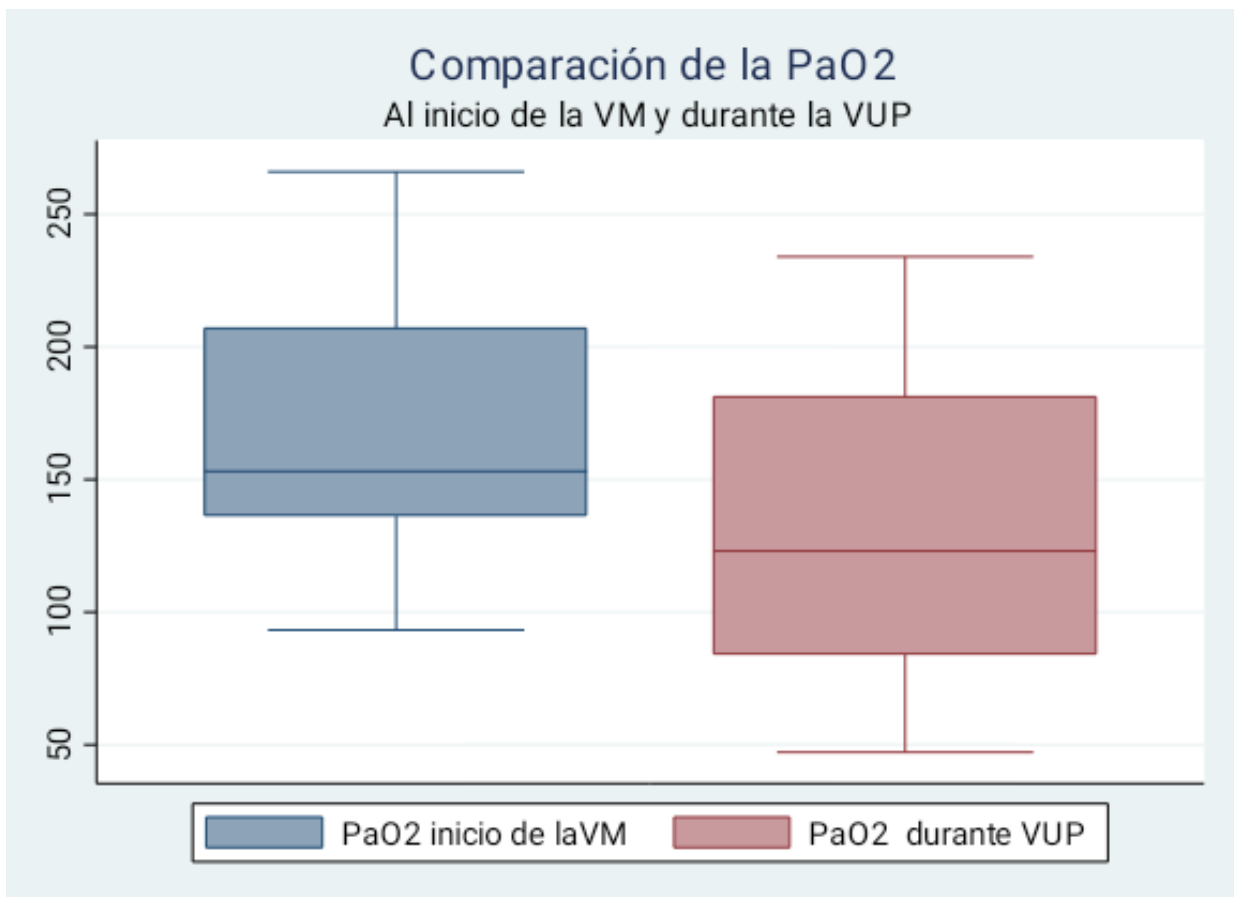
Variable	Total
Vt (ml/kg) n (%)	5: 3 (27.2%)
	6: 5 (45.6%)
	7: 3 (27.2%)
Frecuencia respiratoria: media/ d.s.	16 ±4
PEEP: media/ d.s.	6.5 ±1.8
PaO2 inicio de la VM: media/ d.s.	165.7 ±54
PaO2 durante la VUP: media/ d.s.	129.7 ±58
SaO2 inicio de la VM: media/ d.s.	98.5 ±1.2
SaO2 durante la VUP: media/ d.s.	92 ±8.9
SpO2 inicio de la VM: media/ d.s.	92.3 ±5.6
SpO2 durante la VUP: media/ d.s.	94.7 ±5.6
FiO2 inicio de la VM: media/ d.s.	82.7 ±14.4
FiO2 durante la VUP: media/ d.s.	83 ±12.7
Vt: Volumen tidal; PaO2: Presión arterial de oxígeno; SaO2: Saturación arterial de oxígeno; SpO2: Saturación de oxígeno por pulsioximetría; FiO2: Fracción inspirada de oxígeno.	

Las frecuencias respiratorias de los pacientes fueron en promedio 16 respiraciones por minuto con una desviación estándar de ± 4 respiraciones por minuto.

El PEEP promedio observado de los pacientes fue de 6.5 cm de H₂O, con una desviación estándar de ± 1.8 cm de H₂O.

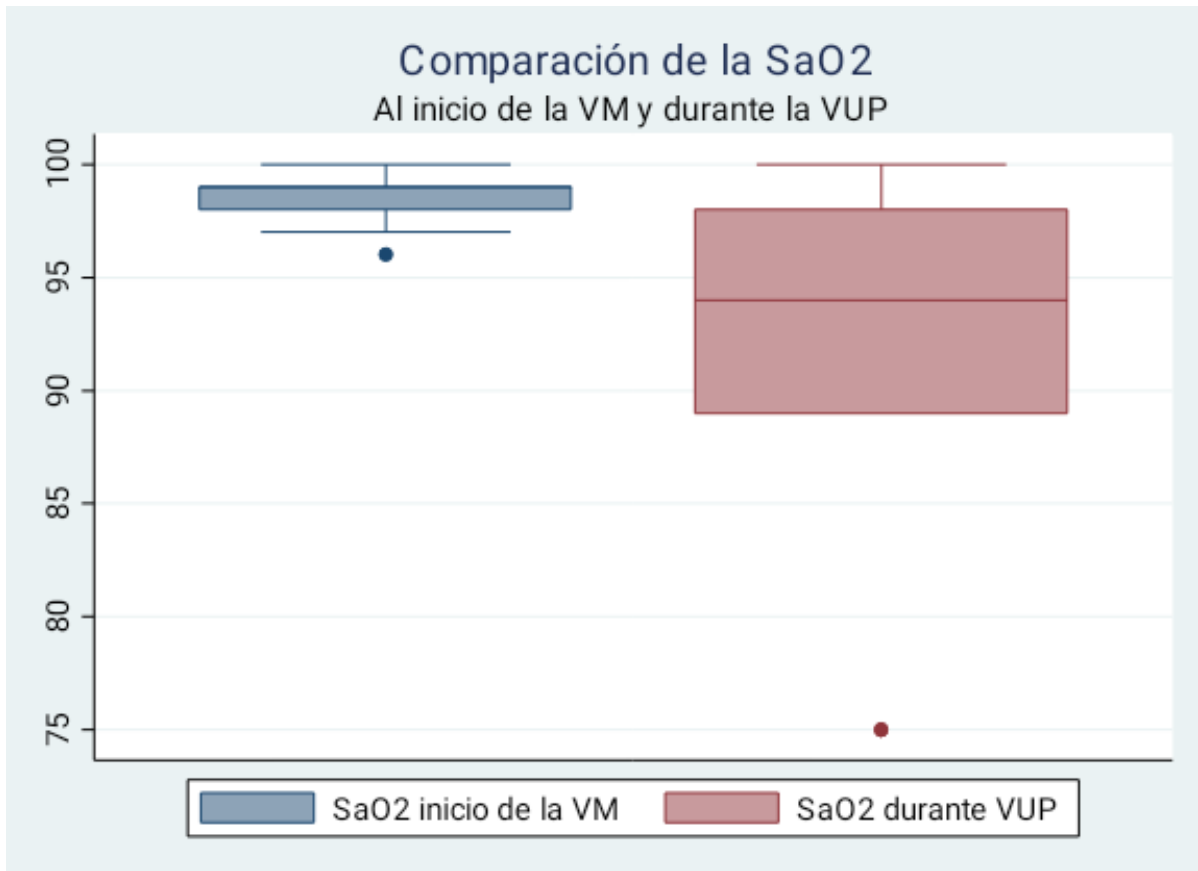
Al inicio de la ventilación mecánica, en promedio la presión arterial de oxígeno fue mayor en comparación con la de presión arterial de oxígeno observada durante la ventilación unipulmonar.

Gráfica 1: Comparación de la presión arterial de oxígeno.



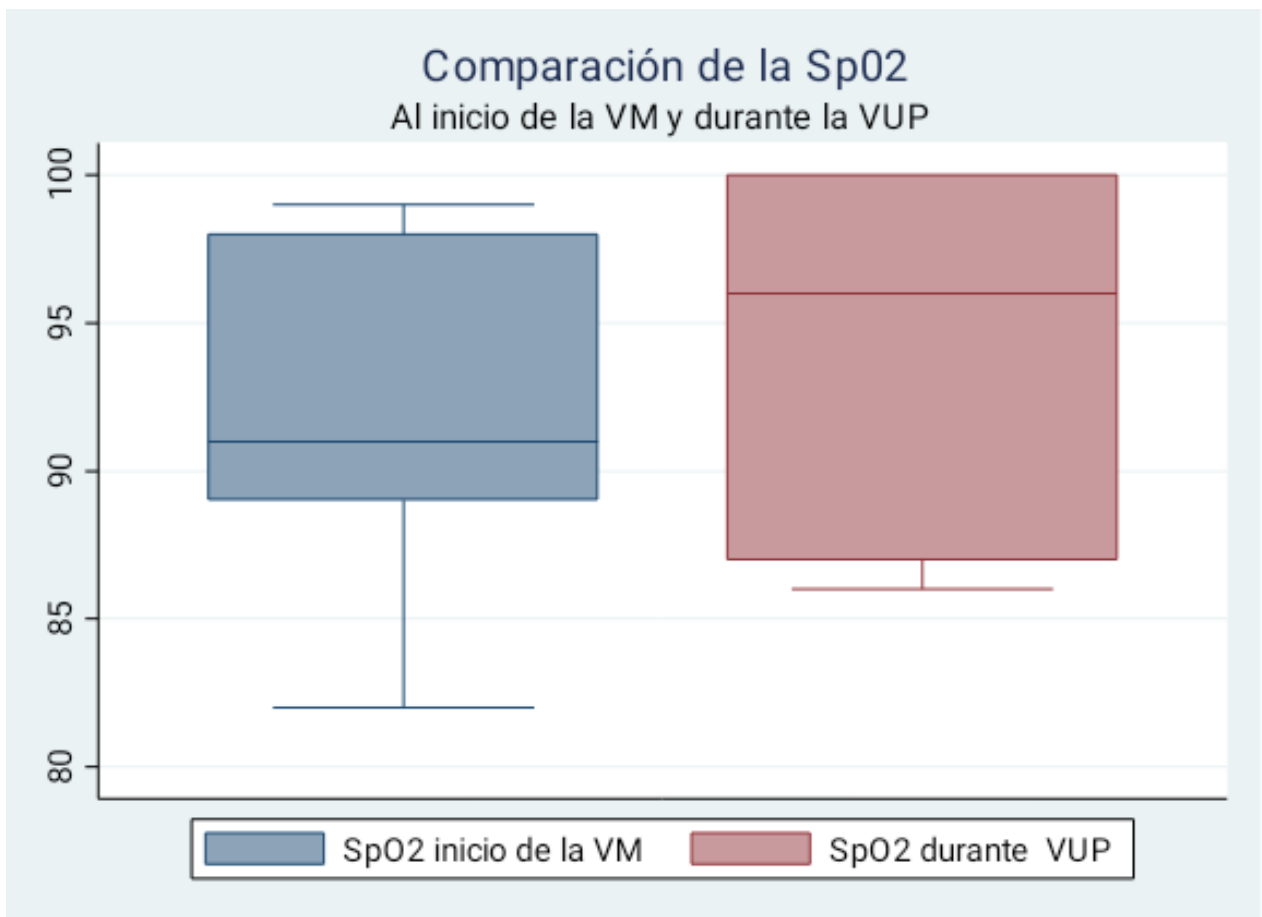
En concordancia con lo anterior se observó que las cifras promedio de la saturación arterial de oxígeno fueron más altas al inicio de la ventilación mecánica en comparación con las cifras promedio observadas durante la ventilación unipulmonar.

Gráfica 2: Comparación de la saturación arterial de oxígeno



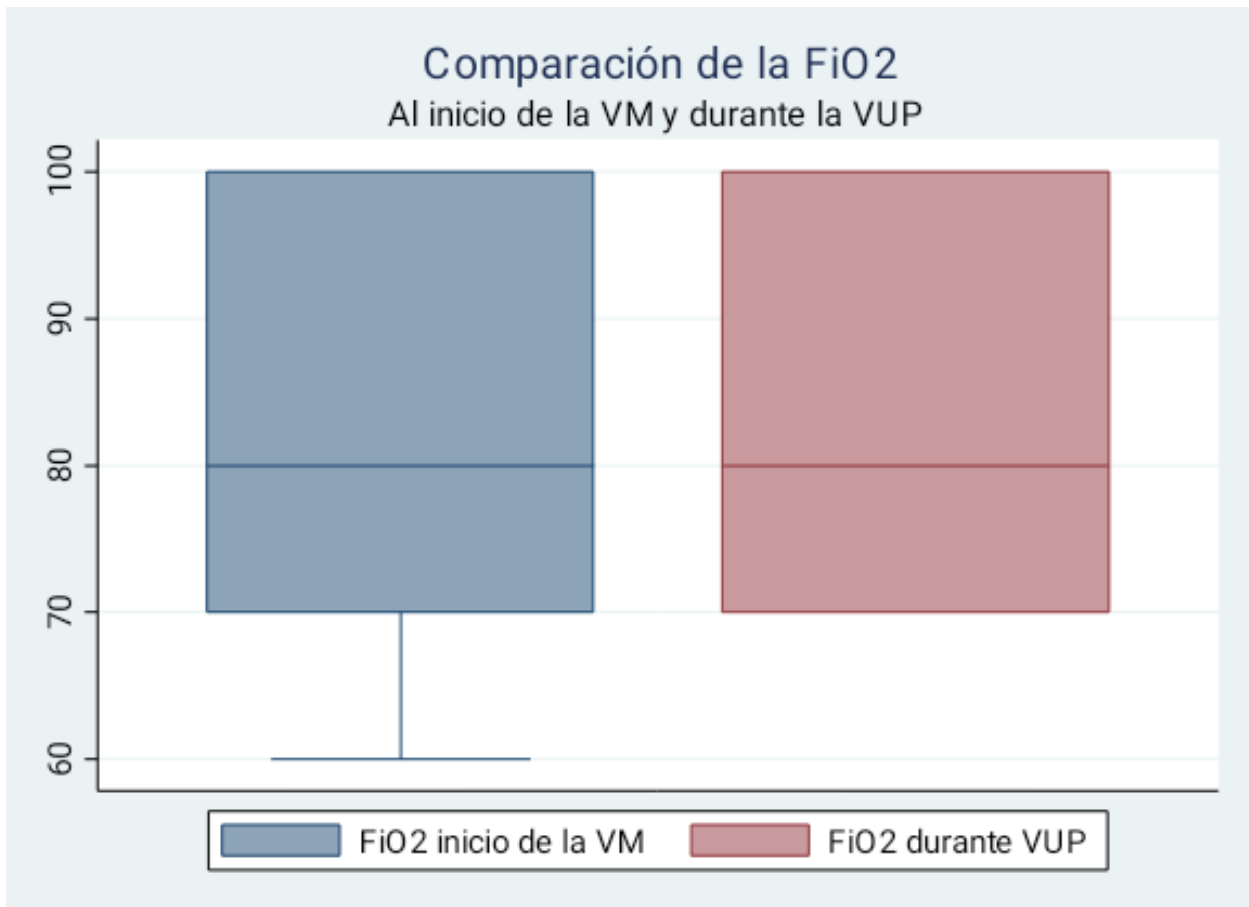
Sin embargo, respecto a la pulsioximetría, observamos que las cifras en promedio fueron menores al inicio de la ventilación mecánica, en comparación con las cifras promedio observadas durante la ventilación unipulmonar.

Gráfica 3: Comparación de la saturación arterial de oxígeno por pulsioximetría



Observamos que, respecto al promedio de fracción inspirada de oxígeno, se mantuvieron similares tanto al inicio de la ventilación mecánica como durante la ventilación unipulmonar.

Gráfica 4: Comparación de la fracción inspirada de oxígeno



Al analizar los resultados finales de cada uno de los pacientes incluidos en el estudio, observamos que el 27.3% (n=3) de los pacientes tuvieron una mejora de la presión arterial de oxígeno, el 9% (n=1) tuvieron mejora de la saturación arterial de oxígeno y el 72.7% (n=8) de los pacientes tuvieron una mejora en la saturación porcentual de oxígeno respecto a sus valores iniciales.

Por otro lado, solo el 9% (n=1) de los pacientes presentaron hipoxemia durante la ventilación unipulmonar.

6. DISCUSION

Debido a que el diseño del estudio que realizamos es de tipo transversal no podemos establecer una asociación causal. Solo el 9% de los pacientes mostró datos gasométricos concordantes con hipoxemia durante la ventilación unipulmonar en el modo de ventilación mecánica control presión más volumen garantizado esto concuerda con el 10% o menos referido en la literatura mundial utilizando otros modos de ventilación mecánica, debido a la muestra reducida de nuestro estudio no podemos concluir que el volumen garantizado este asociado a una mayor incidencia de hipoxemia. Sin embargo, uno de los objetivos de los estudios transversales está enfocado en el desarrollo de nuevas hipótesis, para posteriormente con base en estas, realizar estudios con mayor rigor metodológico que ayuden a contestarlas.

En 2014 Annals of Thoracic Medicine publica un artículo comparando los efectos de la ventilación unipulmonar en modos controlados por presión y volumen, utilizando como población de estudio pacientes mayores de 65 años con una función pulmonar pobre definida como una FEV1 < 1.5 lt que fueron sometidos a resección radical de carcinoma pulmonar que requirieron al menos de 2 horas de ventilación unipulmonar, mostrando diferencias significativas entre ambos grupos, el modo controlado por presión mostro ventajas en cuanto a días de estancia en terapia intensiva, días de estancia intrahospitalaria, extubacion exitosa, concluyendo que en su estudio demuestran una diferencia estadísticamente significativa a favor del modo control presión en la oxigenación arterial intraoperatoria y postoperatoria y tiene ventajas obvias en la recuperación postoperatoria, menciona como limitaciones una muestra pequeña y las diferencias en dificultad durante la resección quirúrgica que podrían producir efectos en los resultados del estudio (14) en cambio

nuestra investigación no incluyo a pacientes con una función pulmonar deteriorada debido a que podría producir un sesgo en los efectos producidos por la ventilación unipulmonar en modo volumen garantizado, pero abre la interrogante sobre en qué pacientes podría mostrar mejores resultados, así como si los pacientes mayores de 65 años se ven beneficiados por esta modalidad, asimismo en 2016 BMC Anesthesiology realiza una revisión sistemática comparando ventilación mecánica controlada por presión con controlada por volumen durante ventilación unipulmonar en el cual utiliza la relación PaO_2/FiO_2 , volumen tidal, presión pico, y presión meseta como parámetros de relevancia en la aparición de hipoxemia y de lesión pulmonar debido a ventilación mecánica, concluyen que el modo controlado por presión está asociado con mejores parámetros de oxigenación sin embargo debido a las limitaciones de la investigación como son una muestra pequeña, el tipo de estudio realizado, el corto tiempo de ventilación, complicaciones postoperatorias, no permiten demostrar diferencias importantes (13), comparado con nuestra investigación utiliza algunos parámetros similares como lo son la PaO_2 y el volumen tidal, sin embargo compara modos de ventilación mientras que nuestro estudio se limita a demostrar los efectos en la oxigenación arterial del modo volumen garantizado, del cual se dispone poca información en cirugía torácica, la comparación del modo controlado por presión contra el modo volumen garantizado podría poner en evidencia cual es la mejor opción en cuanto a desenlaces intraoperatorios y postoperatorios. Journal of Thoracic Disease en 2017 compara dos modos de ventilación mecánica durante ventilación unipulmonar en pacientes que ocuparon lobectomía bajo toracosopia video asistida, donde demuestran un desempeño superior del modo controlado por presión sobre el modo controlado por

volumen en la presión pico, no así en la oxigenación durante ventilación unipulmonar (16), mencionan al volumen garantizado como el modo más nuevo en anestesia pero debido a que su centro no contaba con dicho modo se limitaron a ajustar el volumen tidal y las presiones pico de manera manual para equilibrar los resultados en ambos grupos.

Los resultados encontrados por otros autores demuestran la gran cantidad de preguntas que generan el comparar los modos de ventilación en cirugía que requiere aislamiento pulmonar, las diversas situaciones que pueden influir en las investigaciones ponen de manifiesto la necesidad de establecer poblaciones específicas para mejorar la calidad de los resultados y así encontrar conclusiones significativas.

Un estudio publicado en 2014 por la International Journal of Clinical and Experimental Medicine estudio los efectos de la ventilación mecánica en modo control presión más volumen garantizado durante cirugía torácica con aislamiento pulmonar y los compararon con modo controlado por volumen, encontraron mejor oxigenación, presiones pico, presiones plateau y presiones medias más bajas en los pacientes bajo volumen garantizado, aludiendo a las ventajas que muestra este modo como son un flujo desacelerante, provee un volumen tidal determinado mientras que mantiene presiones de la vía aérea al mínimo, concluyen que usar este modo en vez de volumen control no solo mejora la oxigenación, sino que reduce la incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias (17). La diferencia más grande e importante con nuestro estudio es que este autor comparo dos modos de ventilación mecánica siendo uno de estos el volumen garantizado,

incluyeron variables hemodinámicas, pH, PaCO₂, presiones de la vía aérea y cuatro momentos diferentes al medir sus variables, este estudio demuestra superioridad de volumen garantizado sobre control volumen.

No obtuvimos resultados estadísticamente significativos, hay muy pocas publicaciones que comparan el modo volumen garantizado en pacientes con aislamiento pulmonar, falta más evidencia que compare este modo contra las modalidades convencionales, utilizando una gama más amplia de variables como las presiones de la vía aérea, la relación Pa/Fi, función pulmonar y desenlace postoperatorio, aplicado a una población específica bajo parámetros fijos como FiO₂ constante podrían otorgarnos un panorama más claro sobre los efectos del modo control presión control más volumen garantizado en los pacientes que requieren aislamiento pulmonar.

7. CONCLUSIONES

El modo de ventilación mecánica control presión más volumen garantizado no ha sido estudiado de manera amplia en cirugía torácica ocupando aislamiento pulmonar. Nuestro estudio encontró cambios en la presión arterial de oxígeno, en la saturación arterial de oxígeno y oximetría de pulso, sin embargo no reflejan una mejora importante ni constante con el uso de volumen garantizado, de igual forma solo observamos un paciente con valores gasométricos que revelan hipoxemia al instaurar ventilación unipulmonar, dicho evento no se encuentra explicado en la hoja trans-postanestésica, al ser una complicación de múltiple etiología no podemos asegurar que sea consecuencia de modo de ventilación mecánica, hacen falta trabajos prospectivos, comparativos para encontrar asociación y causalidad de estos eventos.

La influencia derivada del diagnóstico y tipo de procedimiento en nuestros resultados no parece relevante debido a que solo 27.2% de las cirugías involucra resección de parénquima pulmonar y con ello los cambios en la ventilación perfusión podrían ser considerados, sin embargo, las muestras de gasometría analizadas en nuestros resultados son previas a la resección, estos aspectos deben ser tomados en cuenta para estudios posteriores que incluyan una evaluación postoperatoria en cuanto a morbilidad y mortalidad.

El manejo ventilatorio no indica la necesidad de aumentar la fracción inspirada de oxígeno como medida terapéutica ante hipoxemia, los valores de FiO_2 fluctuaron de manera poco importante antes y después de iniciar ventilación unipulmonar, el uso de FiO_2 debajo de 1 en la mayoría de los pacientes podría ser referente de un efecto

positivo por el uso de control presión más volumen garantizado; con los resultados obtenidos no podemos demostrar que este modo de ventilación mecánica muestre una mejora en los parámetros de oxigenación durante la ventilación unipulmonar, tampoco podemos concluir que exista una incidencia más alta de hipoxemia al usar volumen garantizado, hace falta realizar nuevas investigaciones que incluyan la comparación con modos controlados por presión o volumen para establecer una estrategia terapéutica más sólida.

Perspectiva.

El tratamiento anestésico para los pacientes bajo ventilación unipulmonar supone un reto para el médico encargado del perioperatorio, desde las técnicas de aislamiento pulmonar hasta el manejo postoperatorio del dolor y la función pulmonar, las herramientas con las que actualmente contamos han permitido disminuir la morbimortalidad de estos pacientes; en el manejo ventilatorio encontramos polémica sobre cuál es el modo que muestra mayores beneficios, nuestro estudio demuestra los efectos provocados por volumen garantizado en el aislamiento pulmonar sobre la oxigenación arterial sin embargo esta investigación presenta varias limitaciones, algunas derivadas de la pandemia por SARS-COV2 como son una muestra pequeña al no poder programar cirugías de tórax electivas en nuestra unidad, esto cambió nuestra investigación a un estudio retrospectivo y aunque pudimos obtener resultados orientativos se tendrán que realizar nuevos trabajos comparando volumen garantizado con otros modos de ventilación mecánica, con una muestra más grande, tomando en cuenta las presiones en la vía aérea, la necesidad o no de utilizar tratamiento para hipoxemia y observar los desenlaces en el postoperatorio sobre la morbilidad y la mortalidad lo que nos daría un panorama más claro sobre qué modo de ventilación es superior para la ventilación a un solo pulmón.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Allende S, Betancourt YS, Alejandro S, Pajón O. Factores predictivos de hipoxemia durante la ventilación unipulmonar en el Hospital Dr. Salvador Allende. *Revista Cubana de Anestesiología y Reanimación*. 2014; 13(3):241–52.
2. Vélez Cardona LM, Espinal JA. Técnicas de aislamiento pulmonar selectivo. *Rev colomb anestesiología*. 2006; 34(3):171–6.
3. Ashok V, Francis J. A practical approach to adult one-lung ventilation. *BJA Education*. 2018;18(3):69–74.
4. Ezquerro-Madrigal G. Importancia de la fisiología pulmonar en la ventilación mecánica a un solo pulmón. *Rev Mex Anest*. 2010; 33(2):63–4.
5. Meleiro H, Correia I, Charco Mora P. New evidence in one-lung ventilation. *Rev Esp Anestesiología Rean (English Edition)*. 2018; 65(3):149–53.
6. Lohser J, Ishikawa S. Clinical Management of One-Lung Ventilation. En: Slinger P, editor. *Principles and Practice of Anesthesia for Thoracic Surgery*. Principles and Practice of Anesthesia for Thoracic Surgery. New York: Springer; 2011. p. 83-101
7. Purohit A, Bhargava S, Mangal V, Parashar VK. Lung isolation, one-lung ventilation and hypoxaemia during lung isolation. *Indian J Anaest*. 2015;59(9):606–17.
8. Molina-Méndez F., Sütterlin R, Priori R, Larsson A, Lomauro A, Frykholm P, et al. Manejo de la hipoxia durante la ventilación de un solo pulmón. *Rev Mex Anest*. 2011; 34(1):S64–7.
9. Tarry D, Powell M. Hypoxic pulmonary vasoconstriction. *BJA Education*. 2017; 17(6):208–13.
10. Aaronson PI, Robertson TP, Knock GA, Becker S, Lewis TH, Snetkov V, et al. Hypoxic pulmonary vasoconstriction: mechanisms and controversies. *J Physiol*, 2006;1:53–8.
11. Sommer N, Dietrich A, Schermuly RT, Ghofrani HA, Gudermann T, Schulz R, et al. Regulation of hypoxic pulmonary vasoconstriction: Basic mechanisms. *Europ Resp J*. 2008;32(6):1639–51.

12. Tuğrul M, Çamci E, Karadeniz H, Şentürk M, Pembeci K, Akpir K. Comparison of volume controlled with pressure controlled ventilation during one-lung anaesthesia. *Br J Anaest.* 1997; 79(3):306–10.
13. Kim K, Kim D, Jeong M, Sin Y, Lee S. Comparison of pressure-controlled ventilation with volume-controlled ventilation during one-lung ventilation: a systematic review and meta-analysis. *BMC Anesthesiology* (2016) 16:72
14. Lin F, Pan L, Huang B, Ruan L, Liang R, Qian W, Ge W. Pressure-controlled versus volume controlled ventilation during one-lung ventilation in elderly patients with poor pulmonary function. *Annals of Thoracic Medicine* 2014. 9 (4):203-208
15. Keszler M, Abubakar K.. Ventilacion con volumen garantizado. *USA Clinics of Perinatology.* 2007; 34: 107-116
16. Zhu Y, Fang , Ling X, Huang J, Cang J. Pressure-controlled versus volume-controlled ventilation during one-lung ventilation for video-assisted thoracoscopic lobectomy. *J Thorac Dis* 2017; 9(5):1303-1309
17. Pu J, Liu Z, Yang L, Wang Y, Jiang J. Applications of pressure control ventilation volume guaranteed during one-lung ventilation in thoracic surgery. *Int J Clin Exp Med.* 2014;7(4):1094-1098
18. Unzueta C, Tusman G, Suarez-Sipmann F, Bhm S, Moral V. Alveolar recruitment improves ventilation during thoracic surgery: A randomized controlled trial. *Br J Anaest.* 2012; 108(3):517–24.
19. Peris-Montalt R, García-Dihinx I, Errando C, Granell M. Efectos de la ventilación mecánica intraoperatoria y de la ventilación de protección pulmonar en el paciente quirúrgico adulto. *Medicas UIS.* 2015; 28(1):65–78.
20. Garutti I, Olmedilla L. Arterial Oxygenation During One-Lung Ventilation: Combined Versus General Anesthesia. *Anest & Analg.* 1999; 494–9.

9. ANEXOS

Ficha de recolección de datos					
Nombre					
Fecha de la cirugía					
Edad					
Sexo					
Diagnostico preoperatorio					
Cirugía programada					
Cirugía realizada					
Peso real					
Peso predicho					
Peso ideal					
Ventilación mecánica	Presión control más volumen garantizado				
	VT	FR	IE	PEEP	PMAX
Enfermedad pulmonar crónica previa					
FiO2 al inicio de la ventilación mecánica					
FiO2 durante la ventilación unipulmonar					
PaO2 al inicio de la ventilación mecánica					
PaO2 durante la ventilación unipulmonar					
SaO2 al inicio de la ventilación mecánica					
SaO2 durante la ventilación unipulmonar					
SpO2 al inicio de la ventilación mecánica					
SpO2 durante ventilación unipulmonar					



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN
Y POLITICAS DE SALUD
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD**

Carta de consentimiento informado para participación en protocolos de investigación (adultos)

Nombre del estudio:	Efectos de la ventilación unipulmonar en modo control presión más volumen garantizado en la oxigenación arterial en la UMAE Hospital de Especialidades de Puebla del IMSS.
Patrocinador externo (si aplica):	
Lugar y fecha:	UMAЕ Hospital de especialidades de Puebla del IMSS, del 1° de Marzo de al 31 de mayo del 2020
Número de registro institucional:	R-2020-2105-022.
Justificación y objetivo del estudio:	La hipoxia arterial es efecto colateral de la ventilación unipulmonar, cuyo manejo se basa en la modificación de la fracción inspirada de oxígeno, presiones pulmonares y volumen tidal, se han comparado los modos controlados por presión y por volumen, en nuestra unidad contamos con el modo control presión más volumen garantizado del cual la evidencia sobre sus efectos en la presión arterial de oxígeno en pacientes con ventilación unipulmonar es poca, por lo que de encontrar datos sugerentes de presiones arteriales de oxígeno favorecidas por este modo de ventilación mecánica podríamos llegar a establecerlo como el modo ideal.
Procedimientos:	Usaremos la información que se encuentra en su expediente clínico.
Posibles riesgos y molestias:	Ninguna, su información personal permanecerá confidencial.
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	Ayudará en la mejora del conocimiento sobre este campo de estudio
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Si quieres información sobre los resultados al término del estudio puedes dirigirte a los investigadores responsables.
Participación o retiro:	Tu participación es voluntaria. Si decides no participar no habrá ningún tipo de represalia.
Privacidad y confidencialidad:	Los resultados del estudio son totalmente confidenciales y anónimos. Los datos obtenidos se utilizarán exclusivamente con fines del estudio.

Declaración de consentimiento:

Después de haber leído y habiéndome explicado todas mis dudas acerca de este estudio:

No acepto participar en el estudio.

Si acepto participar y que se tome la muestra solo para este estudio.

Si acepto participar y que se tome la muestra para este estudios y estudios futuros, conservando su sangre hasta por ____ años tras lo cual se destruirá la misma.

En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:

Investigadora o Investigador Responsable: Álvaro José Montiel Jarquín

Colaboradores: Dra. Martha Alicia Montes Alvarado. Anestesióloga

Dr. Raúl Morales Ramírez Residente de tercer año de Anestesiología.

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comité Local de Ética de Investigación en Salud del CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, correo electrónico: comité.eticainv@imss.gob.mx

Nombre y firma del participante

Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

Testigo 1

Testigo 2

Nombre, dirección, relación y firma

Nombre, dirección, relación y firma

Este formato constituye una guía que deberá completarse de acuerdo con las características propias de cada protocolo de investigación, sin omitir información relevante del estudio.

Clave: 2810-009-013

CUADRO DE VARIABLES					
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Valores
Pao ₂ . Presión parcial de oxígeno	Presión del oxígeno disuelto en la sangre.	Medición de la presión arterial de oxígeno antes y durante ventilación unipulmonar	Cuantitativa	Continua	60 mmHg – 100 mmHg
SaO ₂ .	Porcentaje de saturación de la hemoglobina con oxígeno.	Medición de la saturación arterial de oxígeno antes y durante ventilación unipulmonar	Cuantitativa	Continua	95-100%
SpO ₂	Saturación de hemoglobina medida con pulsioximetría .	Medición de SpO ₂ antes y durante ventilación unipulmonar	Cuantitativa	Continua	88-100%
FiO ₂	En el aire seco es la fracción de oxígeno inspirado por la presión barométrica	Fracción inspirada de oxígeno utilizada antes y durante ventilación unipulmonar	Cuantitativa	Continua	21%-100%
Intubación selectiva	Colocación de tubo endobronquial selectivo para aislamiento pulmonar	Aislamiento pulmonar correctamente realizado.	Cualitativa	Dicotómica	Si – no
Control presión más volumen garantizado	Forma de ventilación limitada por presión, controlada por volumen ciclada por tiempo o flujo.	Modo ventilatorio utilizado durante todo el procedimiento	Cualitativa	Dicotómica	Si - no